

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-165117

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)6月28日

G 02 F 1/03

8106-2H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 導波路型光変調器の動作安定化方法

⑯ 特 願 昭63-319439

⑰ 出 願 昭63(1988)12月20日

⑱ 発 明 者 岩 間 武 夫 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑲ 発 明 者 益 子 隆 行 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁理士 松 本 昂

明 細 書

1. 発明の名称

導波路型光変調器の動作安定化方法

2. 特許請求の範囲

分岐された一定強度レベルの入力光(1)が導波される光導波路(2,3)に電極(4,5)を装架し、該電極(4,5)間に印加する電圧を変化させて導波光に位相差を生じさせ、該位相差が生じた光を合成して強度変調光(6)として出力するようにした導波路型光変調器において、

出力された強度変調光(6)の一部を受光器(7)により受光して消光比を検出し、

該消光比が最大となるように上記電極(4,5)間に印加する電圧を制御(8)するようにしたことを特徴とする導波路型光変調器の動作安定化方法。

3. 発明の詳細な説明

概 要

導波路型光変調器の動作安定化方法に関し、温度変化、経時変化等による消光比の劣化を防止することを目的とし、

分岐された一定強度レベルの入力光が導波される光導波路に電極を装架し、該電極間に印加する電圧を変化させて導波光に位相差を生じさせ、該位相差が生じた光を合成して強度変調光として出力するようにした導波路型光変調器において、出力された強度変調光の一部を受光器により受光して消光比を検出し、該消光比が最大となるように上記電極間に印加する電圧を制御するようにして構成する。

産業上の利用分野

本発明は導波路型光変調器の動作安定化方法に関する。

一般的な光通信システムにおいては、送信側で強度変調された信号光を光ファイバ等からなる光伝送路を介して受信側に伝送し、受信側で受信光を直接検波して伝送情報を再生するようにしてい

る。送信側における強度変調は、LD（半導体レーザ）等の光源の駆動電圧を変調信号に基づいて変化させることにより行うことができるが（直接変調）、直接変調を行うと発光スペクトルの拡がりが生じることがあるので、光伝送路として分散特性が良好でない光ファイバを用いている場合には、伝送距離又は伝送速度の制限を受ける。具体的には、 $1.3\mu\text{m}$ 帯でゼロ分散となる通常の単一モード光ファイバと、伝送損失が最小となる $1.55\mu\text{m}$ 帯で発振するLDとを組み合わせてシステムを構築した場合に、波長分散に起因する伝送距離又は伝送速度の制限が生じる。このような伝送距離又は伝送速度の制限を排除するものとして、光変調器を用いた外部変調方式がある。外部変調方式は、一定強度レベルで発光している光源からの光を、光源とは独立して設けられた例えば導波路型光変調器により変調するようにしたものであり、光源を一定強度レベルで発光させていることから、スペクトルの拡がりを最小限に抑えることができる。このような外部変調方式を実施するに

際して、導波路型光変調器の動作を安定化する方法が要望されている。

#### 従来の技術

第5図は従来の一般的な導波路型光変調器の構成を示す図である。LiNbO<sub>3</sub>（ニオブ酸リチウム）からなる導波路基板41にTi（チタン）を拡散させることによってY分岐導波路を2つ組み合わせた形状の光導波路42を形成し、この光導波路42の分岐部分42a、42bにそれぞれ駆動電圧印加用の電極43、44を装架して構成されている。45は変調信号に応じて電極43、44に印加する電圧を変化させる駆動回路、46は電極43、44の終端部に設けられた終端抵抗、47は入力側の光ファイバ、48は出力側の光ファイバである。

この構成によれば、導波路の分岐部分42a、42bの屈折率は印加電界の強さに応じて変化するから、同位相で分岐された分岐光は異なる位相変化を受けることになる。一方、導波路42は、

Y分岐部を除いて、基本モード光のみを伝搬する単一モード光導波路とされているから、分岐光の位相差が0であるときは出力される干渉光の強度は最大になり、分岐光の位相差が $\pi$ であるときは干渉光の強度は最小となる。また、位相差が0と $\pi$ との間であるときは位相差に応じた干渉光強度となる。このように、導波路型光変調器は、変調信号に応じて電極に印加する電圧を変化させることによって、出力光強度に経時的な変化を与えるものである。

#### 発明が解決しようとする課題

第6図は第5図に示した導波路型光変調器の動作原理を説明するためのグラフであり、縦軸には出力光強度、横軸には印加電圧が示されている。図から明らかなように、印加電圧の変化に応じて出力光強度が正弦波的に変化するものである。したがって、光強度の最大値を与える印加電圧 $V_1$ と光強度の最小値を与える印加電圧 $V_2$ との間で印加電圧を変化させることにより、強度変調が可

能になり、例えば、デジタル変調を行う場合には「1」に対応するマーク時に印加電圧を $V_1$ に設定し、「0」に対応するスペース時に印加電圧を $V_2$ に設定すれば良い。しかしながら、温度変化により導波路基板に膨張・収縮が生じたり、或いは、経時変化により導波路界面の状態が変化したりして、第6図中被線で示すように動作特性が変化する場合がある。このような場合、最大光出力を与える印加電圧は $V_1$ よりも例えば大きな $V_1'$ にシフトし、最小光出力を与える印加電圧は $V_2$ よりも例えば大きな $V_2'$ にシフトしているので、もとの動作条件（ $V_1$ 、 $V_2$ ）で変調を行うと、最大及び最小光出力を得ることができず、消光比（マーク時とスペース時の出力光強度比のデシベル換算値）が低下するという問題があった。

本発明はこのような事情に鑑みて創作されたもので、温度変化、経時変化等による消光比の劣化（低下）を防止することを目的としている。

問題を解決するための手段

第1図は本発明の原理図である。

本発明は、分岐された一定強度レベルの入力光1が導波される光導波路2、3に電極4、5を接続し、電極4、5間に印加する電圧を変化させて導波光に位相差を生じさせ、該位相差が生じた光を合成して強度変調光6として出力するようにした導波路型光変調器に適用することができる。

そして、その特徴とするところは、出力された強度変調光6の一部を受光器7により受光して消光比を検出し、該消光比が最大となるように電極4、5間に印加する電圧を制御するようにしたことである。

なお、図中8は電極4、5間に印加する電圧を制御する手段、9は出力された強度変調光6の一部を取り出すための手段である。

作 用

本発明によれば、受光器により検出された消光比が最大となるように電極間に印加する電圧をフ

り出し用光導波路である。分岐光導波路13、14にはそれぞれAロ等の金属からなる電極17、18が装設されており、これらの電極17、18に印加する電圧を調整することによって、分岐光導波路13、14に導波される光の位相を制御するようになっている。19はその一端が入力側光導波路12に光学的に接続された光ファイバであり、この光ファイバ19の他端は一定光強度で発光する図示しないLED等の光源に接続されている。20はその一端が出力側光導波路15に光学的に接続された光ファイバであり、その他端は直接あるいは光中継器を介して光受信器に接続されている。

21は出力光取り出し用光導波路16に分岐された出力光を受光するためにこの実施例では導波路基板11に固着されたフォトダイオード等の受光器であり、その受光信号は増幅器22により増幅されてオシロスコープ等の波形観察装置23に入力される。24は波形観察装置23において検出された出力光の消光比が最大となるように駆動回

路25を制御する制御回路である。駆動回路25は、入力されたデジタル変調信号に応じて電極17、18に印加する電圧を設定するとともに、制御回路24からの制御信号に応じて動作特性曲線における動作点を調整する。ここで、動作点を調整するというのは、例えば第6図に示される動作特性曲線において、最大又は最小出力光強度を与える電圧に基準電位を調整することである。

実 施 例

以下本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第2図は本発明の実施例を示す導波路型光変調器及びその動作安定化装置のブロック図である。11は例えばLiNbO<sub>3</sub>からなる導波路基板であり、この導波路基板11上には例えばTiを熱拡散させる等によって、入力側光導波路12、入力側光導波路12から分岐される分岐光導波路13、14、分岐光導波路13、14が集合する出力側光導波路15がこの順で長手方向に形成されている。16は出力光の一部を取り出すために出力側光導波路15に並設して設けられた出力光取

り出し用光導波路である。分岐光導波路13、14にはそれぞれAロ等の金属からなる電極17、18が装設されており、これらの電極17、18に印加する電圧を調整することによって、分岐光導波路13、14に導波される光の位相を制御するようになっている。19はその一端が入力側光導波路12に光学的に接続された光ファイバであり、この光ファイバ19の他端は一定光強度で発光する図示しないLED等の光源に接続されている。20はその一端が出力側光導波路15に光学的に接続された光ファイバであり、その他端は直接あるいは光中継器を介して光受信器に接続されている。

21は出力光取り出し用光導波路16に分岐された出力光を受光するためにこの実施例では導波路基板11に固着されたフォトダイオード等の受光器であり、その受光信号は増幅器22により増幅されてオシロスコープ等の波形観察装置23に入力される。24は波形観察装置23において検出された出力光の消光比が最大となるように駆動回路25を制御する制御回路である。駆動回路25は、入力されたデジタル変調信号に応じて電極17、18に印加する電圧を設定するとともに、制御回路24からの制御信号に応じて動作特性曲線における動作点を調整する。ここで、動作点を調整するというのは、例えば第6図に示される動作特性曲線において、最大又は最小出力光強度を与える電圧に基準電位を調整することである。

第3図は波形観察装置23により観察される信号波形を示している。この実施例ではNRZ信号に対応した波形が示されているが、符号形式によらずマーク時の最大光出力 $P_{max}$ とスペース時の最小光出力 $P_{min}$ を検出することができるので、 $P_{max}/P_{min}$ から消光比を求めて、上記フィードバック制御を行うものである。

第4図は第2図に示される実施例の変形例を示す導波路型光変調器の斜視図である。なお、第2図において図示されたものと実質的に同一の部分には同一の符号を付すとともにその説明を一部省略する。この実施例では、導波路基板11の入力

側に設置部11aを形成し、この設置部11aに直接LD31を縦面固定し、LD31から放射された光が入力側光導波路12に直接結合されるようにしている。そして、入力側光導波路12に楕円型電極32、33を装束することによってTE-TMコンバータを構成し、LD31から放射されたTEモードの偏光をTMモードの偏光に変換するようにしている。このようにモード変換を行っているのは、一般にLiNbO<sub>3</sub>。光導波路においては、TMモードの偏光に対する変調に必要な電圧の方がTEモードの偏光に対する変調に必要な電圧よりも小さく低消費電力化を図ることができるからである。この実施例によれば、光源と外部変調器との間の光学的な接続に光ファイバを用いる必要がなく、また、特に側面を一致させる目的で側面保存光ファイバを用いる必要がなくなるので、構成の簡略化及び装置の小型化を図ることができる。

11…導波路基板。

出願人：富士通株式会社  
代理人：弁理士 松本 昂

#### 発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、温度変化、経時変化等による消光比の劣化を防止して、導波路型光変調器の動作安定化を図ることが可能になるという効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理図、

第2図は本発明の実施例を示す導波路型光変調器及びその動作安定化装置のブロック図、

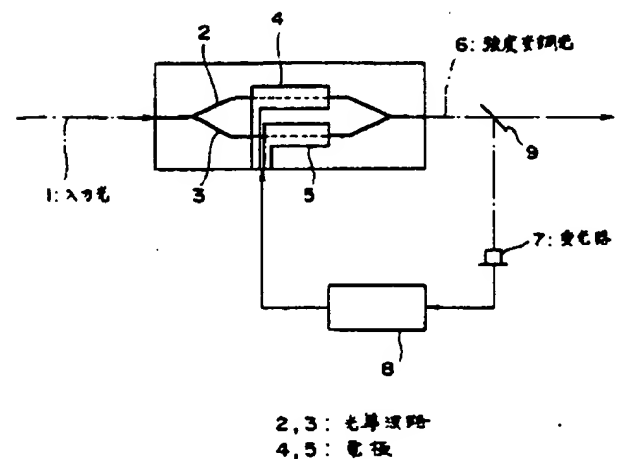
第3図は波形観察装置における波形説明図、

第4図は第2図に示される実施例の変形例を示す導波路型光変調器の斜視図、

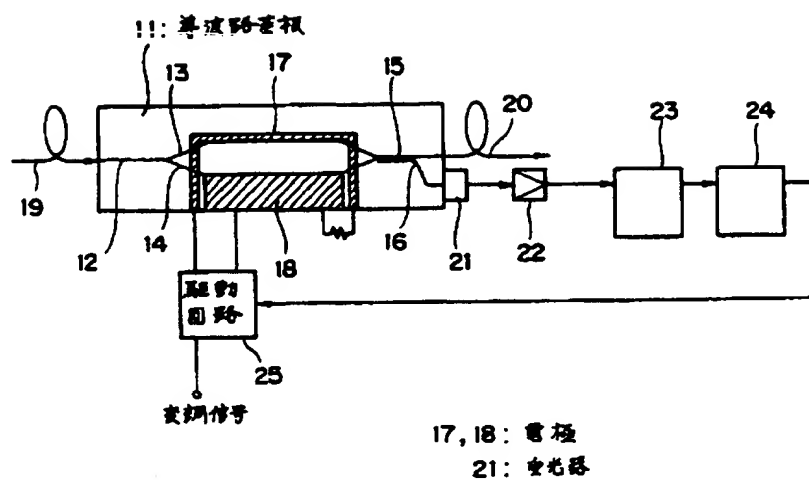
第5図は従来の導波路型光変調器の構成図、

第6図は従来技術の問題点を説明するためのグラフである。

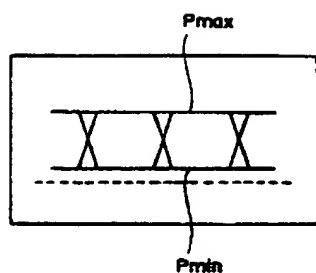
- 1…入力光、 2, 3…光導波路、  
4, 5, 17, 18…電極、  
6…強度変調光、 7, 21…受光器、



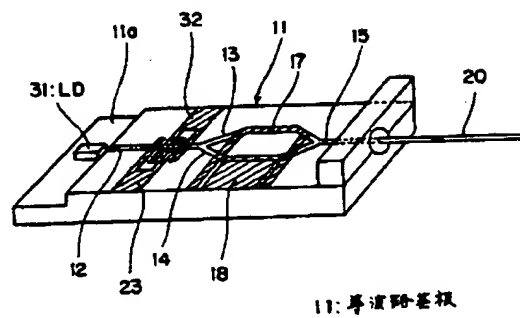
本発明の原理図  
第1図



実施例図  
第2図



波導路説明図  
第3図



実施例の波導路説明図  
第4図

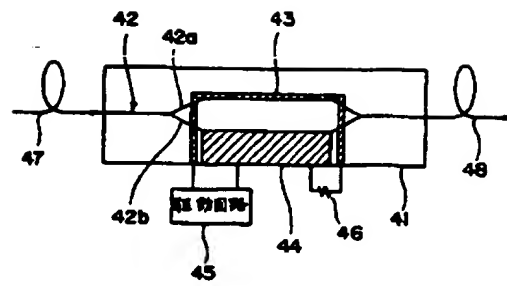


図 5 例示  
第 5 図

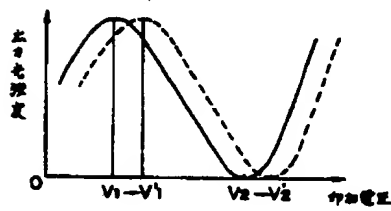


図 6 説明点  
第 6 図